



“MIFI MEREK POLUSI” MINI FILTER UNTUK MEMINIMALISIR EMISI KENDARAAN DAN POLUSI UDARA YANG EFEKTIF DAN AMAN

Eki Saputra¹, Lia Cundari^{1*}, Herwan Krisyanto¹, dan Virda Irlanda Nuansyahntita¹

¹Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
Jln. Raya Palembang Prabumulih Km. 32 Inderalaya Ogan Ilir (OI) 30662

*Email: liacundari@ft.unsri.ac.id

Abstrak

Transportasi merupakan sektor penyumbang polusi terbesar, mencapai 70%, dan terus bertambah setiap tahunnya. Polusi yang dihasilkan berupa emisi gas buang sisa pembakaran kendaraan bermotor yang mengandung senyawa CO, CO₂, NO_x, SO_x, HC, dan partikulat lainnya. Senyawa dan partikulat tersebut dapat diserap dengan menggunakan karbon aktif. Karbon aktif dapat dibuat dengan memanfaatkan limbah cangkang kelapa sawit. Indonesia merupakan salah satu produsen dan eksportir minyak sawit terbesar di dunia dengan kapasitas olahan rata-rata 30-50 ton setiap harinya, dan dihasilkan cangkang sebanyak 6% per ton. Kedua hal tersebut melatarbelakangi ide untuk memanfaatkan limbah cangkang kelapa sawit menjadi karbon aktif. Karbon aktif tersebut diaplikasikan pada sebuah inovasi alat penjerap polutan kendaraan bermotor yang dalam penggunaannya diletakkan pada saluran knalpot kendaraan. Inovasi alat penjerap polutan ini bernama MIFI (Mini Filter) dengan unsur utamanya yaitu housing berbahan stainless steel dan Filler berbahan cangkang kelapa sawit. Efektifitas penjerapan emisi gas kendaraan dapat dilihat dari penjerapan 66900 ppm gas CO, 135 ppm gas NO, dan 142 ppm gas NO_x menggunakan filler berupa karbon aktif dari cangkang kelapa sawit yang diaktivasi menggunakan NaCl 15%. MIFI memiliki beberapa keunggulan diantaranya bahan baku ekonomis, mudah didapat dan ramah lingkungan, penyerap emisi gas yang baik, serta perawatan mudah dan sistem kerja yang aman.

Kata kunci: cangkang kelapa sawit, emisi gas buang, karbon aktif, MIFI

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara ke-empat dengan jumlah penduduk terbanyak di dunia (<https://finance.detik.com>). Pertumbuhan penduduk tersebut sebanding dengan pemenuhan akan transportasi yang umumnya merupakan kendaraan bermotor. Selain dapat memenuhi kebutuhan transportasi penduduk, kendaraan bermotor juga berpartisipasi dalam penyumbang polusi udara terbesar selain dari industri atau kebakaran hutan. Adapun polusi yang bersumber dari kendaraan bermotor mencapai 70%, dan akan terus meningkat setiap tahunnya (www.worldbank.org). Jika tidak dilakukan tindakan pencegahan maka dapat menjadi permasalahan serius dimasa mendatang. Hasil studi Bank Dunia tahun 1994 menunjukkan bahwa Jakarta memberikan kontribusi timbal 100%, SPM 10 42%, HC 89%, NO_x 64% dan hampir seluruh CO (Kusminingrum, 2008). Menurut Tugaswati (2012), kontribusi kendaraan bermotor di DKI Jakarta sebagai penyumbang bahan pencemar udara mencapai 70%.

Kendaraan bermotor adalah kendaraan yang digunakan sehari-hari. Kendaraan bermotor menggunakan pembakaran dalam, motor listrik, dan lainnya. Pada kendaraan bermotor dengan mesin pembakaran dalam atau *ignition combustion engine* dan diesel terjadi proses pembakaran bahan bakar minyak. Bahan bakar minyak yang mengalami proses pembakaran akan dikonversi menjadi energi mekanik untuk menggerakkan motor. Pembakaran bahan bakar minyak didalam mesin merupakan reaksi pembakaran tidak sempurna akan menghasilkan gas sisa seperti CO, NO_x, SO_x, dan CO₂ yang dapat mencemari udara. Gas tersebut menjadi penyumbang terbesar sebagai penyebab pencemaran udara. Berdasarkan artikel dalam laman Kompasiana (29/9), sekitar 70% polusi udara didapatkan dari penyumbang terbesar yaitu kendaraan bermotor.

Polutan yang dihasilkan dari pembakaran kendaraan bermotor berupa emisi gas atau gas buang yang mengandung berbagai pencemar diantaranya karbon dioksida, karbon monoksida, oksida nitrogen, oksida sulfur, hidrokarbon, dan partikulan-partikulat lainnya. Pencemar yang terkandung dalam gas buang kendaraan bermotor tidak hanya berdampak buruk bagi lingkungan, namun apabila terhirup oleh manusia akan menyebabkan gangguan kesehatan (Darmono, 2001).

Menurut Basuki (2007), pada level konsentrasi tertentu di udara, kandungan zat yang terdapat dalam emisi gas buang kendaraan bermotor dapat menyebabkan gangguan fungsi organ dalam manusia bahkan dapat menyebabkan kematian. Masuknya zat pencemar (gas dan partikel kecil) ke udara dengan jumlah tertentu untuk waktu yang cukup lama akan mengganggu kehidupan manusia, hewan dan tanaman (BPLH DKI Jakarta, 2013). Selain itu, menurut data hasil evaluasi yang dilakukan oleh Deputi Kementerian Lingkungan Hidup (KLH) Bidang Pencemaran Udara yang melakukan Evaluasi Udara Perkotaan (EKUP) di 44 kota pada tahun 2012 mengalami penurunan tingkat kelulusan uji emisi. Dimana kendaraan yang belum lulus uji emisi berjumlah 43% untuk kendaraan berbahan bakar solar dan 12% untuk kendaraan berbahan bakar bensin menjadi 12%. Emisi gas yang di uji berupa gas CO, NO₂ dan NO_x karena efek yang ditimbulkan sangat berpengaruh dan berdampak besar bagi lingkungan yaitu efek rumah kaca, yang nantinya dapat menyebabkan pemanasan global. Kadar emisi gas CO dan NO_x di udara sebanyak 6,9 hingga 9,1 juta ton per tahunnya (Irawan, 2006).

Salah satu alat yang dapat menguji kadar emisi gas adalah PEM-9004 *Analyzer* yang mendeteksi lima parameter yaitu CO, CO_{max}, SO_x, NO_x dan O₂. Untuk mengurangi atau menghilangkan emisi gas pada kendaraan bermotor diperlukan suatu penyerap atau pengadsorpsi gas tersebut agar konsentrasi emisi di udara dapat berkurang. Proses melekatnya molekul polutan atau ion pada permukaan zat padat (*adsorben*) disebut juga Adsorpsi, dengan adsorben berupa karbon aktif dan silikat (Palar, 2004).

Karbon Aktif dapat dibuat dari berbagai bahan terbarukan dengan kandungan karbon yang cukup tinggi. Salah satu bahan terbarukan yang potensial sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif adalah cangkang kelapa sawit. Kelapa sawit merupakan salah satu komoditas perkebunan andalan yang memiliki peranan cukup besar dalam perekonomian Indonesia. Indonesia adalah produsen dan eksportir terbesar minyak kelapa sawit di dunia. Menurut data dari Badan Pusat Statistik produksi kelapa sawit pada tahun 2015 mencapai 31.28 juta ton. Dalam 1 ton kelapa sawit, sebanyak 6,5% adalah berat cangkangnya (Kementerian Pertanian, 2015). Dengan kata lain produksi limbah cangkang kelapa sawit juga terbilang tinggi. Hasil analisa proksimat dari cangkang kelapa sawit yaitu kadar air 7-8%, kadar abu 2-3%, volatile matter 69-70%, dan fixed carbon 23-27%. Secara struktural cangkang kelapa sawit mempunyai kandungan selulosa (26,27 %), hemiselulosa (12,61 %), dan lignin (42,96 %).

Karbon aktif (*activated carbon*) adalah suatu karbon yang sebelumnya telah diaktivasi secara fisika maupun kimia, sehingga memiliki daya serap yang tinggi terhadap anion, kation dan molekul dalam bentuk senyawa organik dan anorganik, baik berupa larutan ataupun gas (Lempang, 2014). Menurut Purnomo (2010), karbon aktif adalah suatu bahan mengandung karbon amorf yang memiliki permukaan dalam (*internal surface*) sehingga memiliki daya serap tinggi. Karbon yang telah diaktivasi memiliki luas permukaan yang besar, berkisar antara 300-2000 m²/gr (Krisyanto, 2016).

Berdasarkan dari potensi limbah cangkang kelapa sawit yang besar, penulis menawarkan sebuah solusi meminimalisir polutan yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor bernama MIFI (Mini Filter) dengan filler berupa karbon aktif yang dibuat dari limbah cangkang kelapa sawit. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan desain MIFI yang potensial dan ekonomis, menunjukkan keefektifan desain MIFI dan menggambarkan pengaruh penggunaan karbon aktif dari cangkang kelapa sawit terhadap penyerapan emisi gas, serta menganalisa emisi gas pada kendaraan bermotor berupa CO, NO, dan NO_x.

2. METODE PENELITIAN

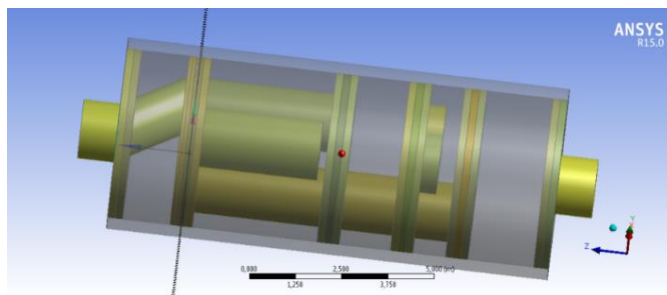
Penelitian ini dilakukan dengan metode *study literature* dan eksperimen. Metode *study literature* dilakukan dengan cara mempelajari berbagai macam literatur terkait seperti jurnal ilmiah, paten, artikel ilmiah, buku, surat kabar, dan media internet. Kemudian data dan informasi yang diperoleh, dianalisis dan diolah secara deskriptif, serta disesuaikan dan dikombinasikan sesuai dengan permasalahan utama yang diangkat. Hasil pengolahan data dan informasi dapat dituangkan dalam bentuk karya tulis ilmiah.

Untuk mendukung dan menguji teori pada studi literatur maka dilakukanlah sintesis dan analisa melalui kegiatan eksperimen. Sintesis dan analisa yang dilakukan adalah membuat perancangan prototipe MIFI dan melakukan uji coba prototipe. Uji coba dilakukan dengan tujuan untuk membuktikan kebenaran dari teori pada tinjauan pustaka yang telah dilakukan. Kemudian dari hasil uji coba akan dilakukan analisa berdasarkan teori-teori terkait untuk mendukung bahwa karya yang dibuat layak dijadikan teknologi inovasi yang perlu dikembangkan.

Pengujian prototipe MIFI dilakukan dengan cara memasangkannya ke saluran keluar knalpot motor, kemudian melakukan perjalanan sejauh 200 m. Lalu, dilakukan analisa pada isian MIFI. Analisa isian MIFI menggunakan PEM dan SEM dilakukan di Laboratorium Kimia Fisika Politeknik Negeri Sriwijaya

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

MIFI merupakan sebuah inovasi alat pemfilter polutan dari emisi gas buang kendaraan bermotor yang dalam pengaplikasiannya ditempatkan pada *exhaust* kendaraan bermotor (knalpot). Gambar 1 menggambarkan desain MIFI secara keseluruhan. MIFI Terdiri dari 2 komponen utama yaitu *Housing* dan *Filler*, seperti terlihat pada Gambar 2. Bagian yang berperan dalam meminimalisir tingkat polutan dari kendaraan bermotor adalah *Filler*. *Filler* merupakan karbon aktif yang dibuat dari limbah cangkang kelapa sawit. MIFI dirancang sedemikian rupa sehingga dapat digunakan sebagai adsorben atau penjerap emisi gas buang kendaraan bermotor yang mengandung komponen berbahaya. *Filler* pada MIFI sangat ekonomis karena memanfaatkan limbah cangkang kelapa sawit yang berlimpah khususnya di Provinsi Sumatera Selatan.

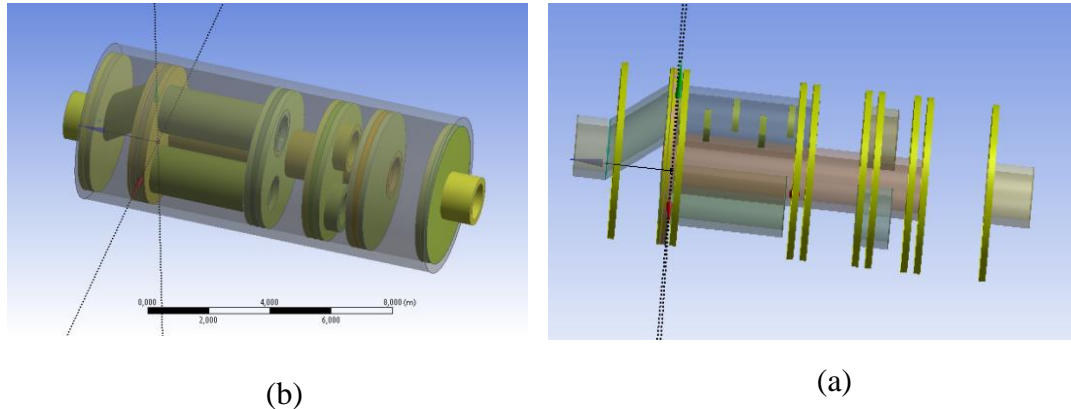


Gambar 1. MIFI

MIFI didesain berdasarkan perhitungan dan pertimbangan teoritis keilmuan teknik kimia. *Housing* MIFI dibuat dari *stainless steel* (baja tahan karat). Komposisi ini membentuk lapisan pelindung anti korosi (*protective layer*) yang merupakan hasil oksidasi oksigen terhadap kromium yang terjadi secara spontan, sehingga tepat digunakan sebagai material *housing*. *Housing* MIFI didesain sesimpel mungkin agar memiliki efektifitas penjerapan yang tinggi dan dapat diaplikasikan dalam berbagai jenis knalpot kendaraan bermotor (Gambar 2(a)).

Filler merupakan isi dari *housing* dimana terdapat karbon aktif (media penjerap) yang dibuat dari limbah cangkang kelapa sawit (gambar 2(b)). Terdapat 2 macam filler dalam MIFI yaitu filler utama dan filler sekunder. Filler primer menempel langsung pada silinder kecil berbentuk setengah lingkaran dan disusun berselingan dan filler sekunder merupakan filler yang menempel langsung pada *housing* MIFI.

Housing terdiri atas beberapa silinder berongga yang disusun dengan tujuan memperlama waktu kontak dengan *filler*. *Filler* sendiri terdiri dari 2 macam yaitu *filler* primer dan sekunder. *Filler* utama berbentuk setengah lingkaran dan dipasang secara berselang seling, tujuannya adalah untuk memperkecil *pressure drop* sehingga tidak terjadi ledakan di dalam knalpot dan memperlama waktu kontak. *Filler* sekunder dibuat menempel langsung pada housing MIFI dengan tujuan untuk meningkatkan efektifitas penjerapan polutan, sehingga hasil yang diperoleh lebih maksimal.



Gambar 2. (a). *Housing* (b). *Filler*

Prinsip kerja secara umum adalah sistem penjerapan oleh *filler*. Sistem instalasi MIFI sangat mudah yaitu menggunakan sistem krat pada bagian knalpot, kemudian housing pada MIFI pun dapat dibuka sehingga perawatan mudah dilakukan.

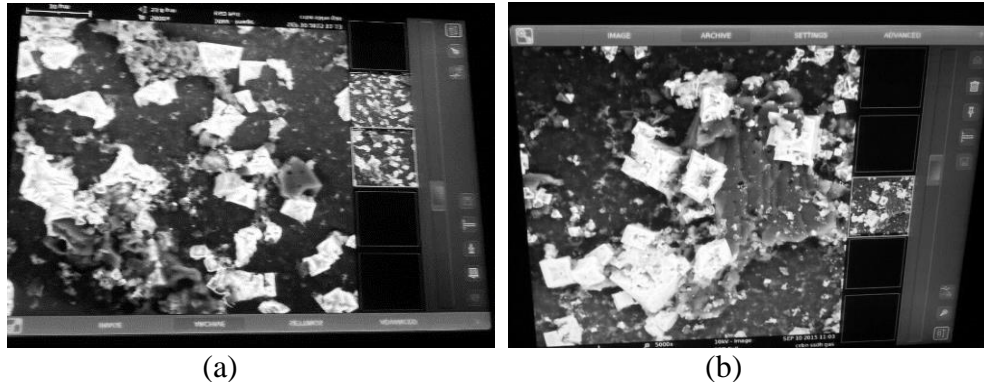
Karbon aktif yang digunakan didalam media adsorben divariasikan dari karbon yang tidak diaktivasi, karbon aktif yang diaktivasi menggunakan NaCl 5%, 10%, dan 15%. Analisa emisi gas buang yang terserap pada masing-masing media adsorben dianalisa dengan PEM-9004 *Analyzer*. Hasil analisa PEM dengan menggunakan karbon aktif yang tidak diaktivasi masih sangat kecil. Ketika konsentrasi NaCl ditambah menjadi 5, 10, dan 15 persen maka jumlah emisi gas buang yang terjerap juga semakin meningkat. Hal ini dikarenakan karbon semakin aktif, ditunjukkan dengan peningkatan jumlah pori-pori yang lebih banyak jika dibandingkan sebelum diaktivasi.

Berdasarkan hasil pengujian menggunakan PEM-9004 *Analyzer*, *filler*MIFI yang merupakan karbon aktif dari limbah cangkang kelapa sawit yang diaktivasi dengan NaCl 15% mampu menyerap 66900 ppm gas CO, 135 ppm gas NO, dan 142 ppm gas NO_x. Hasil ini dinyatakan efektif dalam menyerap gas polutan kendaraan bermotor.

Tabel 1. Data Penyerapan Emisi Gas Pada Media Adsorben

Jenis Karbon	Emisi Gas Kendaraan Bermotor		
	CO (ppm)	NO (ppm)	NO _x (ppm)
Tanpa Diaktivasi	68200	35	35
Diaktivasi 5%	-	64	67
Diaktivasi 10%	-	71	75
Diaktivasi 15%	66900	135	142

Analisa morfologi karbon aktif dilakukan menggunakan SEM. Berdasarkan Gambar 3 terlihat morfologi sebelum dan sesudah dilewatkan emisi gas kendaraan bermotor. Gambar 3(a) menunjukkan karbon aktif yang berpori dan belum ada kandungan gas buang seperti CO, NO, dan NO_x. Gambar 3(b) menunjukkan pori adsorben yang sudah terisi oleh molekul-molekul gas buang. Dengan membandingkan Gambar 3(a) dan 3(b) dapat disimpulkan bahwa karbon aktif dari cangkang kelapa sawit efektif digunakan sebagai penyerap emisi gas buang kendaraan bermotor.



Gambar 3. (a) Morfologi karbon aktif sebelum dilewatkan emisi gas kendaraan bermotor
(b) Morfologi karbon aktif sesudah dilewatkan emisi gas kendaraan bermotor

MIFI memiliki beberapa keunggulan, diantaranya:

- a. Bahan baku ekonomis, mudah didapat, dan ramah lingkungan
Limbah cangkang kelapa sawit yang selalu di buang karena tidak dapat digunakan lagi ternyata mempunyai potensi sebagai karbon aktif untuk menyerap emisi gas kendaraan bermotor. Limbah cangkang sawit diperoleh secara gratis dan dalam jumlah yang melimpah. Pemanfaatan limbah cangkang kelapa sawit menjadi karbon aktif juga dapat mengurangi jumlah limbah kelapa sawit yang tidak terpakai dan mencemari lingkungan.
- b. Penyerap emisi gas yang baik
Karbon aktif yang digunakan didalam media adsorben divariasikan dari karbon yang tidak diaktivasi, karbon aktif yang diaktivasi 5%, 10%, dan 15%. Analisa dilakukan dengan memasang media adsorben pada knalpot motor. Analisa emisi gas buang yang terserap pada masing-masing media adsorben dianalisa dengan alat PEM-9004 *Analyzer*. Adsorpsi paling baik dilakukan oleh media adsorpsi dengan karbon aktif yang diaktivasi dengan NaCl 15%.
- c. Perawatan mudah dan sistem kerja yang aman
Perawatan alat yang mudah karena MIFI disertai dengan penjepit pada setiap fillernya sehingga filler yang telah jenuh dapat di ganti dengan filler baru. Sistem kerja alat telah dirancang dengan keamanan yang baik sehingga ledakan akibat *exhaust gas* pada knalpot dapat dihindari.

4. KESIMPULAN

MIFI adalah inovasi alat penjerap polutan kendaraan bermotor yang dalam aplikasinya diletakkan pada saluran buang knalpot kendaraan bermotor tersebut. MIFI dirancang dengan dua komponen utama yaitu *Housing* berbahan *stainless steel* dan *Filler* berbahan cangkang kelapa sawit. Efektifitas penjerapan emisi gas kendaraan dapat dilihat dari penjerapan 66900 ppm gas CO, 135 ppm gas NO, dan 142 ppm gas NO_x menggunakan *filler* berupa karbon aktif dari cangkang kelapa sawit yang diaktivasi menggunakan NaCl 15%. MIFI memiliki beberapa keunggulan diantaranya bahan baku ekonomis, mudah didapat dan ramah lingkungan, penyerap emisi gas yang baik, serta perawatan mudah dan sistem kerja yang aman.



DAFTAR PUSTAKA

- Annisa, 2007, *Gambaran Sekilas Industri Kelapa Sawit*. Departemen Perindustrian, Jakarta Selatan.
- Arra, I., 2009, Ubi Kayu (*Mannihot esculenta*). *Jurnal Teknik Kimia*, Vol. 16.
- Ardilla, D., Basuki W., dan Minto S., 2013, Pemanfaatan Limbah Cangkang Kelapa Sawit yang Termomodifikasi sebagai Bahan Pengisi Papan Semen, *Proceeding SNYuBe*.
- Assima, P., 2013, Cangkang Sawit Adalah Salah Satu Sumber Energi Alternatif Paling Potensial Pengganti BBM, http://www.kompasiana.com/venusga/zer/cangkang-sawit-salah-satu-sumber-energi-alternatif-paling-potensial-pengganti-bbm_552a7b4cf17e61fa11d623e0, diakses tanggal 20 Februari 2017.
- Barrius, 2011, Jurnal Penelitian Ilmiah Karbon Aktif, <http://www.Elnuhacenter.yola.site.com/resources/jurnal/BAB%20II.docx>, diakses tanggal 20 Februari 2017.
- Darmono, 2001, *Lingkungan Hidup dan Pencemaran (Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam)*, Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Detik Finance, 2014, Negara dengan penduduk terbanyak di dunia, RI masuk 4 besar, <https://finance.detik.com/berita-ekonomi-bisnis/2517461/negara-dengan-penduduk-terbanyak-di-dunia-ri-masuk-4-besar>, diakses tanggal 10 Maret 2017.
- Ivan, A., 2013, Emisi Gas Buang yang Dihasilkan, <http://sigiterlanda.blogspot.com/2013/10/emisi-gas-buang-yang-dihasilkan-4-305.html>, diakses tanggal 31 Januari 2017.
- Kurniati, E., 2008, Pemanfaatan Cangkang Kelapa Sawit sebagai Karbon Aktif: *Penelitian Ilmu Teknik*, No.2, Vol.8, http://eprints.upnjatim.ac.id/2805/2/JURNAL_ELLY_4.pdf, diakses tanggal 16 Februari 2017.
- Palar, H., 2004, *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*, PT. Rineka Cipta, Jakarta.
- Pujiyanto, F. T., 2010, Pembuatan Karbon Aktif, <http://lontar.ui.ac.id/file?file=digital/131558-T%2027522-Pembuatan%20karbon-Tinjauan%20literatur.pdf>, Diakses tanggal 29 Januari 2016.
- Portable Emission Measurement (PEM) 9004, 2008, *Operating Instructions for PEM-9004 Portable Emissions Analyzer: Teledyne Analytical Instruments*, <http://www.teledyne-ai.com>, diakses 2 Februari 2017.
- The World Bank Country Studi, 1994, *Indonesia Environment and Development*, Washinton DC, p 67-93, <http://www.worldbank.org>.